UNIVERSITÀ DI PISA

Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Meccanica

MISALIGNMENT PROBLEMS FOR A CONTINUOUS SCANNING LASER DOPPLER VIBROMETER FOR CYLINDRICAL STRUCTURES

Tesi di laurea

Relatori:

Prof. Ing. Leonardo Bertini

Prof. David J. Ewins

Prof. Ing. Marco Beghini

Candidato:

Luca Massei

Sessione di Laurea del 13/06/2007

Anno accademico 2006/2007

Consultazione consentita

A Paola e ai miei genitori

che mi hanno sempre sostenuto

ABSTRACT

This thesis has been developed at Imperial College, London. The aim is the definition of a model that evaluates the alignment of the components of a laser Doppler continuous scanning vibrometer in order to assess the tracking errors of the laser spot. A series of measurement tests on the system has been carried out to highlight the effect of misalignment of the system components on the measurement output. A geometrical model of the laser tracking error related to the orientation parameters of the system has been realised: the model has been checked with a CAD simulation and measurement tests on the structure. Moreover a sensitivity analysis has been performed to weight the tolerance limits for the alignment of the system components. The ideal path and the misaligned path are simulated over the finite elements model and compared using the "Modal Assurance Criterion" in order to state a threshold for the measurement accuracy that considers also the dynamic behaviour of the measured structure.

SOMMARIO

La presente tesi è stata svolta presso l'Imperial College London. L'obiettivo è la definizione di un modello di calcolo che valuti i problemi di allineamento per i componenti di un sistema laser ad effetto Doppler a scansione continua per la misura delle vibrazioni. Sono state eseguite misurazioni sull'attrezzatura in modo da evidenziare l'effetto del disallineamento delle componenti del sistema sulla misura. Si è realizzato un modello geometrico dell'errore di puntamento del laser in relazione ai parametri di orientamento dei vari componenti del sistema: tale modello è stato validato tramite una simulazione CAD e misure sul sistema. E' stata quindi eseguita un'analisi di sensibilità i cui risultati sono stati utilizzati per scalare le specifiche da imporre ai vari parametri di orientamento. La traiettoria ideale e quella dovuta ai disallinementi del sistema vengono simulate sul modello agli elementi finiti e i risultati vengono comparati utilizzando il "Modal Assurance Criterion", in modo da stabilire una soglia per l'accuratezza che consideri anche il comportamento dinamico della struttura misurata.

ACKNOWLEDGEMENTS

I thank Professor D.J. Ewins for his support during my work and because he offered me the possibility to spend some months in the stimulating environment of the Dynamics group in the Department of Mechanical Engineering at Imperial College London.

I am also grateful to Professor L. Bertini and Professor M. Beghini for helping me trough the set up of this experience and also for the suggestions to improve the organization of this work.

Special thanks to Dr. C. Schwingshackl for cooperating to this work and for the precious help he has given me, introducing me to the experimental aspects of the vibration measurement. Thanks also to Mr. D. Di Maio and Mr. R. Ribichini for their friendship and their constant care during the period spent at Imperial College.

I acknowledge the financial support of “Programma Leonardo” managed by University of Pisa which allowed me to attend to this experience.

CONTENTS

LIST OF FIGURES

LIST OF TABLES